



STYRELSEN FOR
UNDERVISNING OG KVALITET

Vejledende opgaver

Fysik A stx

Elbilens fysik – og andre
elektriske transportmidler

Børne- og Undervisningsministeriet

Indhold

Opgave 1	Elfærge	4
Opgave 2	Opladning af batteri	5
Opgave 3	Elektrisk rallybil	6
Opgave 4	Motor til elcykel	7
Opgave 5	Elfærge Ellen	8
Opgave 6	Rekuperation	9
Opgave 7	Kia Niro EV1	10
Opgave 8	Batteri til elcykel	11
Billedhenvisninger		12
Kolofon		13

Opgave 1 Elfærge



Færge Aurora mellem Helsingør og Helsingborg er blevet ombygget til at sejle som elfærge, der forsynes af et stort batteri. Da færge kun er i havn i kort tid, skal opladningen af batteriet foregå hurtigt.

Batteriet på elfærge Aurora har det maksimale energiindhold 4160 kWh. Mens færge er i havn, oplades batteriet i 7,5 minutter med effekten 10,5 MW.

Spændingsfaldet under opladningen er det samme som batteriets nominelle spændingsfald.

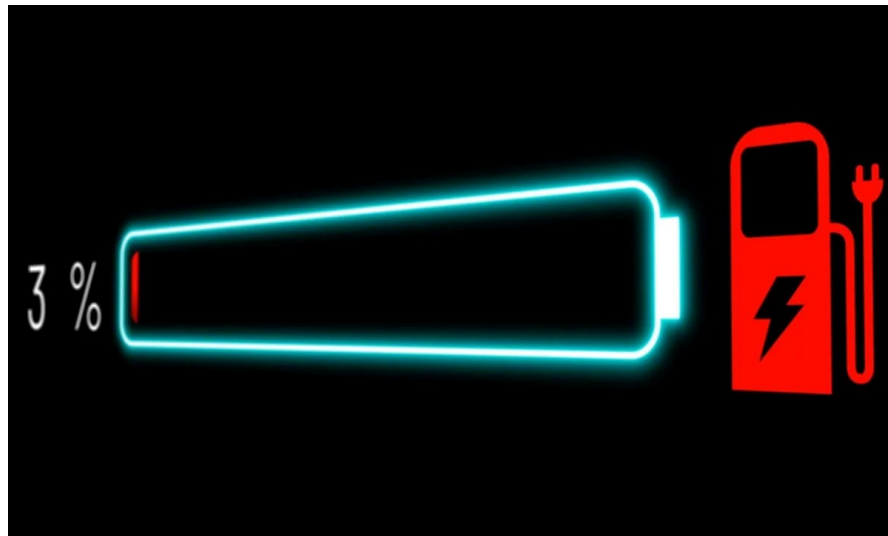
- a) Beregn ændringen i batteriets ladningstilstand under opladningen.

Færgens batteri er opbygget af en række parallelkoblede strenge, hvor hver streng består af 192 seriekoblede elementer. Hvert element har hvilespændingen 3,9 V.

Under sejlads aflades batteriet med strømstyrken 112 A, og nyttevirkningen af batteriet er 98 %.

- b) Bestem den indre resistans i færgens batteri.

Opgave 2 Opladning af batteri



Ved opladning af et Li-ion batteri holdes strømstyrken konstant, indtil batteriet når det maksimale spændingsfald. Herefter holdes spændingsfaldet konstant, mens strømstyrken falder.

Et batteri har den indre modstand $0,090 \, \Omega$ og hvilespændingen $4,2 \, \text{V}$.

- a) Beregn den maksimale effekt, hvormed batteriet kan afgive energi under afladning.

Under opladning af et helt afladet batteri måles strømstyrken I igennem batteriet som funktion af tiden t . Målingerne er vist i bilag *Opladning af batteri*. Efter $2,5 \, \text{h}$ er batteriet fuldt opladet.

- b) Bestem den tid, det tager at oplade batteriet til ladningstilstanden $90 \, \%$.

Opgave 3 Elektrisk rallybil



Elbiler har også gjort deres indtog i motorsport. En elektrisk rallybil er specielt designet til at kunne tilføre en høj effekt til motoren.

Under kørslen i en elektrisk rallybil afsættes energi i elektromotorens vindinger med effekten 2,08 kW. Vindingsresistansen i motoren er 12 m Ω .

- a) Beregn strømstyrken igennem elektromotorens vindinger.

Elektromotoren forsynes med spændingsfaldet 100 V, og strømstyrken igennem motoren er 416 A. Motorkonstanten er 0,46 Vs.

- b) Bestem motorens omdrejningstal, og bestem motorens mekaniske effekt.

Opgave 4 Motor til elcykel



Med en elcykel får cyklisten hjælp til at køre hurtigt i modvinden. Cyklen har en lille elmotor placeret i navet på det ene hjul eller i kranken, hvor pedalerne er fastspændt.

Når motoren står stille, og spændingsfaldet over motoren er $1,05\text{ V}$, er strømstyrken igennem motoren $0,66\text{ A}$.

- a) Beregn motorens vindingsresistans.

Ved et eksperiment måles sammenhørende værdier for motorens moment M og strømstyrken I igennem motoren. Bilaget *Elcykel* indeholder data fra eksperimentet.

Motorens nyttevirkning er størst ved 1002 omdrejninger pr. minut, hvor strømstyrken igennem motoren er $6,99\text{ A}$, og spændingsfaldet over motoren er $42,2\text{ V}$.

- b) Brug bilaget til at bestemme motorkonstanten for elmotoren. Beregn motorens største nyttevirkning.

Opgave 5 Elfærgen Ellen



I 2019 blev den første ruteferge i verden, der kun drives af el-motorer, sat ind på ruten mellem Ærø og Als.

Elfærgens batteri indeholder den tilgængelige energi 4,3 MWh, når det er fuldt opladet. Når færgen sejler med farten 25,7 km/h, omsætter motorerne elektrisk energi med effekten 1000 kW.

- a) Vurdér, hvor langt elfærgen maksimalt kan sejle med farten 25,7 km/h.

Ved færgens ankomst til en havn er batteriets ladningstilstand 23 %. I havnen oplades batteriet i 30 minutter med strømstyrken 4,8 kA. Batteriets nominelle spændingsfald er 750 V.

- b) Beregn batteriets ladningstilstand efter opladningen.

Opgave 6 Rekuperation



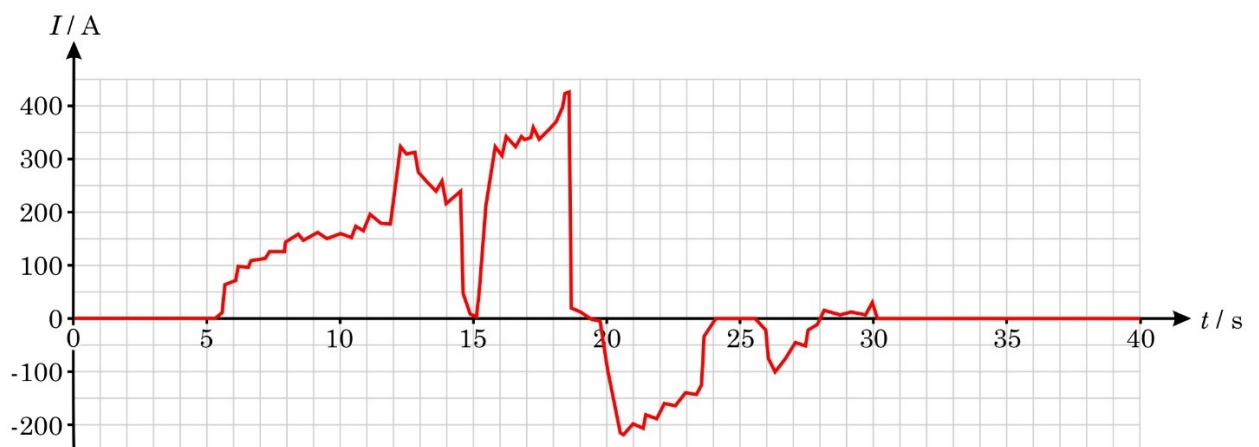
Nogle elbiler kan lave rekuperation, hvilket betyder, at bilens batteri oplades lidt, når bilen bremses.

En elektromotor i en Renault Clio forsynes fra et batteri. Ved en fuld opladning er den maksimalt tilgængelige energi i batteriet 10,5 kWh, når det aflades under normale forhold. Den tilgængelige ladningskapacitet er 100 Ah.

- a) Beregn batteriets nominelle spændingsfald.

Bilen har regenererende bremses, hvilket betyder, at strømmen under bremsning skifter retning og løber ind i batteriet, hvorved det oplades lidt.

Grafen viser belastningsstrømmen fra batteriet under en kørsel, hvor der bremses et par gange.



- b) Beregn ændringen i ladningstilstanden for batteriet under kørslen

Opgave 7 Kia Niro EV1

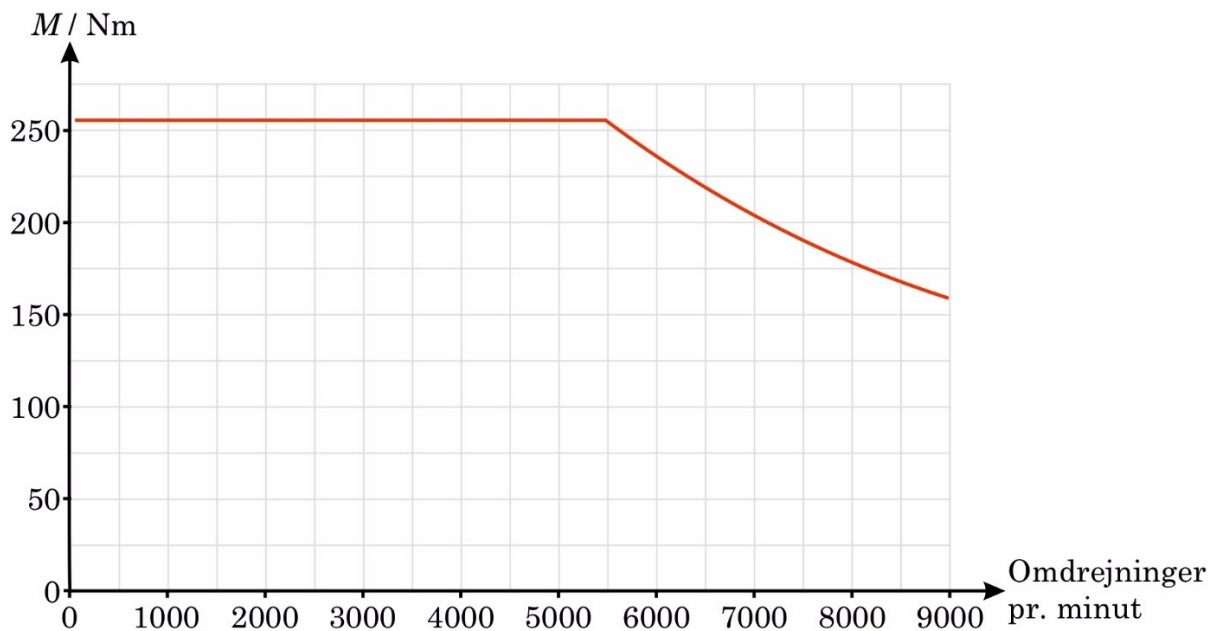


Kia Niro EV er en elbil.

Med en hurtigoplader kan batteriet i en Kia Niro EV oplades fra 10 % til 80 % ladningstilstand på 41,0 minutter. Den maksimalt tilgængelige kapacitet i batteriet er 181 Ah. Opladningen sker med konstant strømstyrke.

- a) Beregn størrelsen af strømstyrken ved en hurtigopladning.

Grafen viser størrelsen af elektromotorens moment som funktion af motorens omdrejningstal.



Under en kørsel leverer motoren en fremdriftskraft med størrelsen 6,8 kN. Gearingsforholdet imellem motor og hjul er 10,65, og hjulenes radius er 0,334 m.

- b) Beregn bilens fart under kørslen.

Opgave 8 Batteri til elcykel



Billedet viser et batteri til en elcykel.

Et batteri er sat sammen af 220 enkelte Li-ion elementer. I batteriet er 20 elementer sat sammen i serie, og 11 sådanne serier er parallelforbundne i det samlede batteri. Hvert element har indre resistans $40 \text{ m}\Omega$.

- a) Beregn den indre resistans af det samlede batteri.

Hvert element har den maksimalt tilgængelige ladningskapacitet $2,56 \text{ Ah}$.

- b) Beregn ladningskapaciteten af det samlede batteri i enheden Ah.

Et enkelt element undersøges ved at aflade det med den konstante strømstyrke $1,0 \text{ A}$.

Bilaget *Batteri til elcykel* indeholder sammenhørende værdier for spændingsfaldet U over elementet, og den samlede ladning Q der er løbet igennem elementet under afladningen.

- c) Bestem den elektriske energi elementet afgiver under afladningen.
Bestem den gennemsnitlige effekt, hvormed elementet afgiver elektrisk energi under afladningen.

Billedhenvisninger

Opgave 1

ForSea ferries

Opgave 2

<https://spectrum.ieee.org/how-efficient-is-your-ev-its-complicated>

Opgave 3

<https://www.intechopen.com/chapters/77998>

Opgave 4

<https://bedste-elcykel.dk/>

Opgave 5

<https://minbaad.dk/>

Opgave 6

<https://www.autocar.co.uk/car-review/renault/cliocfirst-drives/renault-clio-e-tech-2020-uk-first-drive>

Opgave 7

<https://www.kiamedia.com/us/en/models/niro-ev/2023/specifications>

Opgave 8

<https://www.circuitspecialists.com/>

Kolofon

Vejledende opgaver

Redaktion:

Opgavekommissionen i fysik A stx og fagkonsulent Thomas Brun Kristensen, Børne- og Undervisningsministeriet

Grafisk tilrettelæggelse og layout:

Børne- og Undervisningsministeriet

Foto:

Se billedhenvisninger.

ISBN:

(www)

Publikationen kan ikke bestilles, men den kan hentes på Børne- og Undervisningsministeriet hjemmeside

Eventuelle henvendelser af indholdsmæssig karakter rettes til Thomas.brun.kristensen@stukuvvm.dk

Udgivet af:

Børne- og Undervisningsministeriet, 2024

